中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）36（2）:173~189（1987）

雜草社會中物種的分布及再生稻和雜草間的競爭[1]

蕭柊瓊[2] 鄔宏潘[3]

摘要：本研究試以不經任何人工管理的再生水稻田，先以生態的觀點，將其視為一擬雜草社會，調查田區內各個物種生物量的分布；並計算物種的優勢度、歧異度指數等生態介值，藉以描述雜草社會的生態特徵；計算物種分布的歪度、峰度及變異係數，進而討論歪度、峰度及變異係數與優勢度間之關係。再以農藝的觀點，調查雜草對再生稻及落粒稻之影響，並用複迴歸模式中之淨迴歸係數，表示各科雜草對再生稻及落粒稻之競爭程度。推求再生稻及落粒稻族羣之變異係數、歪度，藉此來比較在同一生態環境下，再生稻和落粒稻所承受的競爭壓力。

主要結果如下：

1.在雜草社會中，各物種生物量的分布趨近於對數常態分布。此結果表示，雜草社會中，各物種係以乘積性的方式在構築羣落。

2.由Shannon 氏歧異度指數多小於0.6的結果，可推論由再生水田廢耕，而發展出的雜草社會，尚未發育成熟，整個雜草社會仍處於一不安定的階段。

3.歪度、峰度及變異係數，和Simpson氏及Shannon氏之優勢度指數有顯著的正相關，故亦可從歪度、峰度及變異係數之大小，表示物種優勢集中的程度。

4.在再生水稻田中，影響再生稻及落粒稻最鉅者，咸為禾本科和茜草科雜草；禾本科之水稗，茜草科之珠仔草分布最廣，對水稻影響最大。經迴歸分析結果顯示，再生稻受禾本科雜草的影響，較受茜草科雜草的影響為大，而落粒稻則受茜草科雜草的影響較大；若比較禾本科及茜草科雜草對再生稻及落粒稻之競爭程度，則禾本科對再生稻的競爭較落粒稻為大，而茜草科則對落粒稻競爭較大。

5.再生稻族羣株重的變異係數及歪度小於落粒稻族羣；根據 Kira et al[12]及Stewart et al[24] 理論：族羣的變異係數、歪度隨競爭壓力的增大而增大。推論在同一環境下，落粒稻所承受的競爭壓力較再生稻為大。

在一固定空間內，具有相同外形之生物物種所形成的集合稱為生物社會(Biotic community)[22]。以生態觀點言之，生物社會中之各物種共同利用環境的資源，而有一定的交互作用發生，故此物種的集合絕非偶然，而是有一定的組織[17]。因此，若將物種按其生物量之大小依序排列，往往呈一特定的分布[26,27]。

生物社會由許多物種所組成，然只有少數的優勢種，因個體數目多、體型大或生產力高，以致可控制絕大部分的資源或其它生物之活動，亦因此而能決定該社會之性質和形相。優勢種之生產力較其它從屬種為大，故生產力或生物量，均可作為優勢度之指標。組成物種之優勢度的集中情形，稱為該社會之優勢度指數；此指數高，表示有明顯的優勢種。種的歧異現象，稱為生物社會之種類歧異性。

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1335 號。本研究係第一作者碩士論文之部份。

2.本所農藝系助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

3.中央研究院植物所研究員 臺北市。

生物個體在不同種間分配均勻的程度，稱爲該社會之歧異度指數。歧異度可顯示反饋系統(Feedback System) 作用之程度 [13]。歧異度高，表示社會之安定性亦高。

生物之間有交互作用的關係存在，競爭爲負的交互作用。因爲出現在同一生育地之植物，通常對環境資源，有相同之需求；競爭之結果，遂使某些族羣減少使用資源而蒙受其害 [4,8,16]。同種個體間，在族羣密度超過環境負荷量時，植株的重量會隨著密度的增加而減少 [1,28]，即有種內的競爭發生。而單種栽培的物種，往往因其它物種的加入，而使得產量減低，即種與種間亦有競爭作用。

第二期再生稻的栽培，具有省時、省工、減少生產成本的優點，爲臺灣近年來積極發展的水稻省工栽培法，然其產量極不穩定。本研究即針對再生水稻田區中雜草對水稻生物量的影響，找出與再生稻有競爭作用的雜草種類，提供再生水稻田區雜草防除的方向。並將不經任何人工管理的再生水稻視爲一擬雜草社會，調查田區內物種生物量的序列分布，並計算物種的優勢度和歧異度指數，以解釋雜草社會的優勢集中情形、安定性及發育的程度。

材料與方法

一、供試材料及試驗方法：

本研究參試的水稻品種爲新竹56號，是南港地區較常採用的栽培品種。於民國七十二年第一期秧苗移植適期以20cm×20cm的行株距植於中央研究院實驗田區，栽培方式與一般農民同，俟一期稻作收穫後即休耕，任田區自然發展，由前期遺留之稻樁中長出的水稻稱爲再生稻，前期收穫時掉落的稻粒發芽長成之水稻稱爲落粒稻。

俟田區二期再生稻黃熟後，將田區以田埂爲界，分爲A、B、C、D、E 五個區域，再根據區域之形狀和面積大小各取 8 、 4 、 3 、 4 、 3 個重複，每重複爲1m×1m 的方格小區，割取各小區內再生稻、落粒稻及雜草的地上部；調查各小區內再生稻和落粒稻之密度（株／m^2）、每株之株高、分蘗數、有效分蘗數，及烘乾後之莖葉重和穀粒重；雜草則以種別區分之，烘乾後秤其乾物重。

二、統計分析方法

本研究可分爲二個部分，先以生態的觀點：將不經任何人工管理的再生水稻田視爲一自然發生的雜草社會，調查各個小區雜草物種生物量的分布，並計算各小區內雜草物種的歧異度及優勢度指數。再以農藝的觀點：調查再生稻、落粒稻和雜草間的競爭，利用複迴歸分析所求得之迴歸係數，比較各科雜草對再生稻及落粒稻的競爭作用；並用刀削法估算再生稻及落粒稻族羣之變異係數和歪度，藉此比較在同一生態環境下，再生稻和落稻所承受不同的競爭壓力。

結　　果

一、各小區物種生物量之分布：

由於各小區接受雜草種子侵入的機會不同，致使同一地區分成許多不同的生育地形成不同的雜草社會，故以下的分析乃以各小區爲獨立樣品分析之。

1.Lilliefors test:

將各物種之生物量 Wi（表 1）由大至小依序排列後，求其自然對數的轉換值 Xi, 並分別求得其累計的理論機率及實驗機率：$F^*(Xi)$ 及$S(Xi)$，取 $F^*(Xi)$ 及 $S(Xi)$ 之最大距離爲 Lilliefors test之檢定介值T_2，再根據小區內物種數目查表 [5] 得知T_2小於 $W_{1-0.2}$，表示X 變值的分布符合常態分布。

檢定結果（表 2）發現：各小區所求得之T_2介值均小於$W_{1-0.2}$，表示在 Lilliefors 所定最嚴格的標準下，各小區X變值皆符合常態分布，即各小區物種生物量的分布均符合對數常態分布。

2.決定係數

將物種生物量之自然對數轉換值X，分別對累計常態機率F^*及累計實驗機率S 行直線迴歸分析

，得二決定係數$R^2(F^*)$ 及$R^2(S)$ 。結果如表 2 所示：$R^2(F^*)$ 均很高 (0.9380～0.9960)，表示X與F*有很高的直線關係，故可推知物種的分布係成對數常態分布；而 $1-R^2(S)$ 皆很小(0.0223～0.1549)，亦顯示X與S 有很高的直線關係。由於本研究中累計的實驗機率爲算術級數，故知物種生物量的分布可用幾何級數來表示。

比較各小區$R^2(F^*)$ 與$R^2(S)$ 的大小（表 2），22個小區$R^2(F^*)$ 均大於$R^2(S)$ ，可見物種的分布以對數常態分布的配合較好；再利用骈對t法進行 $R^2(F^*)$ 與 $R^2(S)$ 平均值之差異顯著性測驗，結果：

$$t=7.306>t(df=21,\ \alpha=0.01)\ 2.831$$

表1. 利用Lilliefors test 檢定物種分布呈對數常態分布

Table 1. An example of testing lognormal distribution of species by Lilliefors test

rank	W	P(W)	X	Z	F*	S	| Fi*-Si |	| Fi*-S_{i-1} |
1	204.022	0.614	0.488	−2.406	0.00808	0.05263	0.04455	0.00808
2	25.688	0.077	2.561	−1.095	0.13680	0.10526	0.03154	0.08417
3	18.622	0.056	2.882	−0.892	0.18618	0.15789	0.02829	0.08092
4	16.487	0.050	3.004	−0.815	0.20755	0.21053	0.00298	0.04966
5	12.289	0.037	3.298	−0.629	0.26463	0.26316	0.00147	0.05410
6	12.032	0.036	3.319	−0.615	0.26925	0.31579	0.04654	0.00609
7	11.134	0.033	3.397	−0.566	0.28566	0.36842	0.08276	0.03013
8	7.497	0.023	3.792	−0.316	0.37602	0.42105	0.04503	0.00760
9	5.900	0.018	4.032	−0.165	0.43455	0.47368	0.03923	0.01340
10	4.949	0.015	4.207	−0.053	0.47890	0.52632	0.04742	0.00522
11	3.066	0.009	4.686	0.250	0.59870	0.57895	0.01975	0.07238
12	2.958	0.009	4.722	0.272	0.60718	0.63158	0.02440	0.02823
13	2.281	0.007	4.982	0.437	0.66892	0.68421	0.01529	0.03734
14	1.639	0.005	5.313	0.646	0.74088	0.73684	0.00404	0.05667
15	1.400	0.004	5.470	0.745	0.77185	0.78947	0.01762	0.03501
16	1.140	0.003	5.696	0.875	0.80920	0.84211	0.03291	0.01973
17	0.544	0.002	6.415	1.343	0.91038	0.89474	0.01564	0.06827
18	0.477	0.001	6.547	1.426	0.92304	0.94737	0.02433	0.02830
19	0.388	0.001	6.753	1.557	0.94024	1.00000	0.05976	0.00713
Total	332.513	1.000	$\bar{X}$=4.2918 σ=1.5809				T_2=.08417 α>.20	

rank: the rank of species according to their dry weight

W: dry weight (g/m^2) of species

P(W): the proportion of W in the total biomass

X: -ln P(W)

Z: the standard value of X

F*: the cumulative normal probability of X , F*(X) = P(Z)

S: the cumulative empirical probability of X, S(X) = rank/19

T_2: the maximum difference of | Fi*-Si | and | Fi*-S_{i-1} |

表2. 利用Lilliefors test及決定係數，檢定物種分布呈對數常態分布及幾何級數型

Table 2. Data on species distribution: test of its fitness to lognormal distribution and geometric series

Plot	No.	T_2	$R^2(F^*)$	$R^2(S)$	$1-R^2(S)$	$R^2(F^*)-R^2(S)$
A 1	12	0.10337	0.9791	0.9657	0.0343	0.0134
A 2	11	0.20233	0.9884	0.9031	0.0969	0.0853
A 3	8	0.14188	0.9847	0.9702	0.0298	0.0145
A 4	11	0.15213	0.9914	0.9434	0.0566	0.0480
A 5	15	0.16834	0.9960	0.9440	0.0560	0.0520
A 6	10	0.15318	0.9714	0.9231	0.0769	0.0483
A 7	11	0.18981	0.9922	0.9178	0.0822	0.0744
A 8	12	0.10089	0.9801	0.9669	0.0331	0.0132
B 1	10	0.18680	0.9773	0.9249	0.0751	0.0524
B 2	10	0.14352	0.9845	0.9608	0.0392	0.0237
B 3	11	0.12155	0.9831	0.9675	0.0325	0.0156
B 4	14	0.12252	0.9813	0.9777	0.0223	0.0036
C 1	9	0.14477	0.9940	0.9722	0.0278	0.0218
C 2	11	0.18360	0.9874	0.9124	0.0876	0.0750
C 3	14	0.13257	0.9817	0.9655	0.0345	0.0162
D 1	15	0.15089	0.9594	0.8716	0.1284	0.0878
D 2	13	0.15573	0.9759	0.9137	0.0863	0.0622
D 3	13	0.12478	0.9696	0.9392	0.0608	0.0304
D 4	10	0.20608	0.9876	0.9614	0.0386	0.0262
E 1	13	0.11298	0.9718	0.9245	0.0755	0.0473
E 2	15	0.17097	0.9380	0.8451	0.1549	0.0929
E 3	19	0.08417	0.9536	0.9386	0.0614	0.0150

No.: number of species in the plot
T_2: the statistics of Lilliefors test, max. dif. between F and S
$R^2(F^*)$: the coef. of determination derived from $-\ln P(W)$ reg. on F^*
$R^2(S)$: the coef. of determination derived from $-\ln P(W)$ reg. on S

表示$R^2(F^*)$ 顯著地大為$R^2(S)$ ，故可以確定物種的分布與對數常態分布較接近。

為進一步確定本研究之試驗田區雜草物種之生物量是否呈對數常態分布，遂將各小區物種之生物量分別代人 $\lambda=\pm5$、±4、±3、±2 、 ±1、±0.5、±0.25、±0.2、±0.15、±0.1 、 ±0.05、±0.025、±0.015、±0.01、±0.005、0的Box-Cox冪轉換式[3]中；各組轉換資料分別進行Lilliefors test，找出符合於常態分布之轉換式（此時Lilliefors檢定標準為$\alpha=0.2$），將其λ值集合成一λ區間（圖1）。由圖1亦可看出T_2值在λ區間內恰有一最小值，根據 Lilliefors test 檢定常態適合度的原理：T_2 愈小 ，表示實際的分布愈接近常態分布；故取最小T_2值所對應的λ代入Box-Cox轉換式中，所得之轉換值最能符合常態分布。唯22個小區所求得之λ區間並不相同(表3)，取其交集為$-0.027\sim0.01$

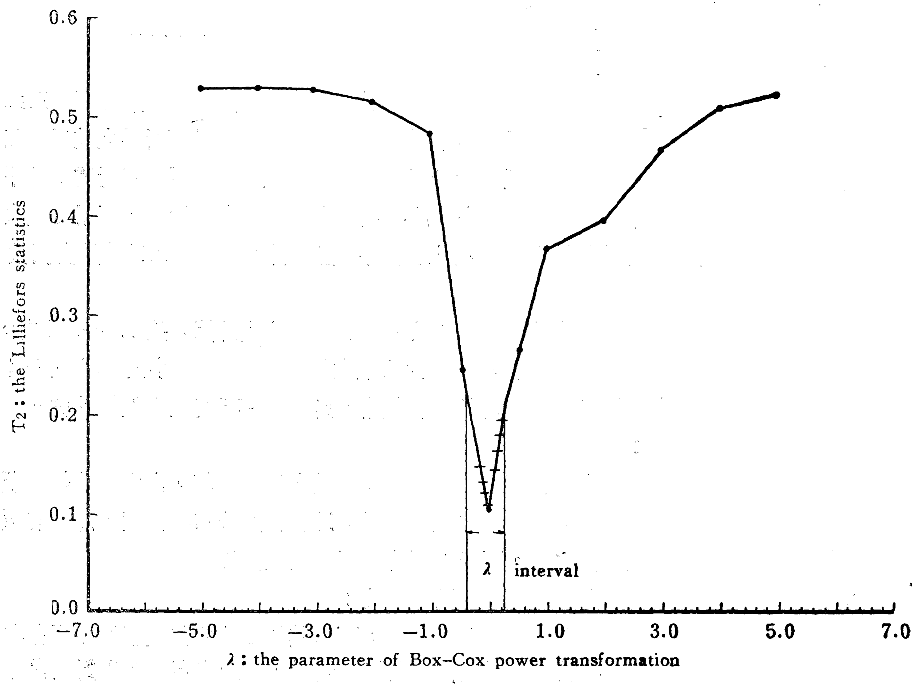

fig 1. An example of finding the λ interval by T_2 statistics

圖1. 利用T_2介量找出符合常態性的λ區間

表3. 各小區所求得之λ區間

Table 3. λ intervals of 22 plots

plot	min	max	plot	min	max
A 1	− 0.385	0.265	B 4	− 0.289	0.196
A 2	− 0.794	0.010	C 1	− 0.186	0.224
A 3	− 0.771	0.400	C 2	− 0.709	0.055
A 4	− 0.193	0.433	C 3	− 0.275	0.199
A 5	− 0.129	0.639	D 1	− 0.087	0.095
A 6	− 0.495	0.415	D 2	− 0.114	0.158
A 7	− 0.245	0.044	D 3	− 0.655	0.242
A 8	− 0.542	0.240	D 4	− 0.035	0.489
B 1	− 0.092	0.244	E 1	− 1.001	0.281
B 2	− 0.407	0.199	E 2	− 0.027	0.162
B 3	− 0.567	0.437	E 3	− 0.369	0.337

min: the minimum value of λ interval

max: the maximum value of λ interval

，由於λ取小數點二位以下之冪轉換並不普遍，故以零爲其代表值。Box-Cox轉換式中λ=0恰爲對數轉換，故本結果更支持：本研究之試驗田區，雜草物種生物量的分布爲對數常態分布。

二、小區物種的優勢度和歧異度指數

利用小區內各物種之相對重量，求得 Simpson氏[23]之歧異度指數、優勢度指數及 Shannon氏[21]之歧異度指數、優勢度指數。結果（表4）發現，按 Simpson氏公式計算所得之歧異度指數均較Shannon氏所得結果大，而優勢度則恰好相反。此乃Simpson氏係以各物種所占相對重量的平方和爲優勢度指數，稀有種相對重量經平方後，其值更小，故在指數中僅占極小的比例，而用1減去優勢度指數所得之歧異度指數，反而强調稀有種的份量，因此用同一組資料，Simpson氏歧異度指數較Shannon氏爲大。

由草本植物所形成的生物社會，當歧異度指數（以Shannon氏公式計算）達0.6~0.8者，[10]即爲發育成熟、穩定之生物社會。若根據此標準，22個小區所得之歧異度指數多小於0.6（表4），可推論：由水稻田休耕而發展出來的雜草社會，發育尚未成熟，其仍爲一不安定的生物社會。

三、生態介值與分布介值之關係：

利用刀削法，計算各小區物種分布的歪度、峰度及變異係數之刀削估值，由表5的結果顯示，各小區物種分布的歪度、峰度及變異係數，與零多有顯著差異，即和常態分布的歪度、峰度有顯著的區別。又所求得之歪度均呈正偏斜（右偏斜），而峰度則皆爲正峰度（尖峰）

將前述各重要介值經相關分析（表6），可得以下結論：

1.1-R^2(S) 與R^2(F*)—R^2(S) 的相關係數高達0.919，而和其他屬性皆無顯著的相關存在，可知幾何級數對實際分布的偏離，主要存在於它對對數常態曲線的偏離，亦即實際分布和對數常態分布非

表4. 各小區物種的歧異度和優勢指數

Table 4. Diversity and dominance indexes of weed community

plot	Simpson		Shannon	
	Domi. Ind.	Diver. Ind.	Domi. Ind.	Diver. Ind.
A 1	0.3817	0.6183	0.4823	0.5177
A 2	0.2232	0.7768	0.2835	0.7165
A 3	0.5062	0.4938	0.6072	0.3928
A 4	0.5219	0.4781	0.5422	0.4578
A 5	0.1382	0.8618	0.2058	0.7942
A 6	0.3934	0.6066	0.3873	0.6127
A 7	0.3669	0.6331	0.4731	0.5269
A 8	0.5165	0.4835	0.5743	0.4257
B 1	0.2773	0.7227	0.3075	0.6925
B 2	0.4918	0.5082	0.5251	0.4749
B 3	0.2710	0.7290	0.3264	0.6736
B 4	0.5370	0.4630	0.6098	0.3902
C 1	0.4289	0.5711	0.4921	0.5079
C 2	0.4346	0.5654	0.5601	0.4399
C 3	0.5164	0.4836	0.6457	0.3543
D 1	0.4840	0.5160	0.5174	0.4826
D 2	0.5787	0.4213	0.6236	0.3764
D 3	0.5461	0.4539	0.6033	0.3967
D 4	0.4829	0.5171	0.5166	0.4884
E 1	0.3283	0.6717	0.3851	0.6149
E 2	0.4681	0.5319	0.4875	0.5125
E 3	0.3932	0.6068	0.4569	0.5431

Domi. Ind.-dominance index.
Diver. Ind.-diversity index.

表5. 物種分布的歪度、峯度及變異係數

Table 5. Coefficient of skewness, kurtosis and coefficient of variation of species distribution

Plot	Skewness			Kurtosis			Coef. of Variation		
	g(j)	SE	t	k(j)	SE	t	C. V.(j)	SE	t
A 1	3.815	0.655	5.828**	24.381	3.953	6.617**	229.375	50.492	4.543**
A 2	4.135	0.500	8.278**	26.673	2.977	8.960**	268.866	51.607	5.210**
A 3	5.015	1.162	4.315**	32.672	6.465	5.054**	292.570	63.533	4.605**
A 4	0.705	0.943	0.747	7.267	3.286	2.122	117.403	30.695	3.825**
A 5	0.863	0.549	1.572	7.911	1.457	5.428**	104.099	21.691	4.799**
A 6	5.785	1.633	3.478**	34.774	7.604	4.573**	275.985	85.350	3.233**
A 7	1.068	1.479	0.722	5.013	9.068	0.553	160.987	60.831	2.646*
A 8	5.471	0.977	5.598**	34.903	5.956	5.860**	343.918	74.823	4.596**
B 1	2.371	0.683	3.471**	16.132	3.491	4.621**	152.874	34.530	4.427**
B 2	4.139	0.344	12.025**	26.726	1.707	15.660**	282.918	58.100	4.869**
B 3	1.640	0.975	1.683	10.119	5.621	1.800	149.731	32.584	4.595**
B 4	6.533	1.492	4.378**	41.966	9.180	4.572**	403.690	94.529	4.271**
C 1	2.927	0.517	5.664**	20.483	2.623	7.810**	199.779	45.803	4.362**
C 2	1.294	1.478	0.876	6.421	9.052	0.709	170.420	82.578	2.064
C 3	3.759	0.664	5.663**	23.199	4.204	5.518**	286.596	65.559	4.372**
D 1	7.186	1.747	4.115**	45.640	9.857	4.630**	439.268	140.058	3.316**
D 2	6.092	1.125	5.417**	38.826	6.757	5.746**	417.681	98.080	4.259**
D 3	4.991	0.310	16.103**	31.748	1.657	19.158**	369.586	74.355	4.971**
D 4	5.934	1.778	3.337**	35.295	7.922	4.455**	312.389	81.492	3.833**
E 1	3.660	0.545	6.483**	22.316	3.461	6.447**	232.036	53.207	4.361**
E 2	8.179	2.640	3.098**	49.395	12.925	3.822**	452.054	160.030	2.825*
E 3	8.777	2.730	3.216**	57.314	15.398	3.722**	435.336	150.451	2.894**

g(j) : the Jackknife Estimate of Coef. of Skweness

k(j) : the Jackknife Estimate of Coef. of Kurtosis

C. V.(j) : the Jackknife Estimate of Coef. of Variation

** and *, significant at 1% and 5% level, respectively (these signs also used in significant test later of this paper)

表6. 雜草社會中各重要介值的相關矩陣

Table 6. Correlations among estimates of parameters of weed communities. (n=22)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1.000	−0.707**	0.074	0.309	−0.286	−0.063	−0.009	0.034	0.003	−0.035	0.489*	0.509*	0.379
2		1.000	−0.207	−0.324	0.692**	0.507*	0.593**	0.737**	−0.364	−0.660**	0.007	0.012	−0.039
3			1.000	0.919**	−0.107	−0.085	−0.085	−0.084	0.232	0.031	−0.058	−0.090	0.100
4				1.000	−0.234	0.059	0.032	−0.018	0.101	−0.005	0.263	0.230	0.354
5					1.000	0.444*	0.499*	0.587**	−0.117	−0.587**	0.012	0.014	0.044
6						1.000	0.972**	0.889**	−0.645**	−0.709**	0.671**	0.643**	0.602**
7							1.000	0.956**	−0.699**	−0.821**	0.628**	0.605**	0.578**
8								1.000	−0.630**	−0.400	0.474*	0.451*	0.413
9									1.000	0.652**	−0.446*	−0.439*	−0.425*
10										1.000	−0.400	−0.399	−0.357
11											1.000	0.953**	0.867**
12												1.000	0.811**
13													1.000

1) no. of species
2) regression coef. of -ln P(W) on F*
3) 1-R^2(S)
4) R^2(F*)-R^2(S)
5) total biomass (g/m^2)
6) P_1, propotion of the most dominant species
7) $\sum P_i^2$, index of dominance by Simpson
8) 1-H'/H'_{max}, index of dominance by Shannon
9) 1-$\sum P_i^2$, index of diversity by Simpson
10) H'/H'_{max}, index of diversity by Shannon
11) jackknife estimate of skewness coef.
12) jackknife estimate of kurtosis coef.
13) jackknife estimate of C. V. (coef. of variation)

常接近。

2.小區的總生物量和最優勢種所占的百分比（P_1），有顯著的正相關存在，即當優勢種優勢的程度愈大時，稀有種所占的份量相對減少，使優勢種的種間競爭壓力減小，故愈能發揮族羣潛能；由於優勢種的生物量占總生物量的多數，所以優勢種之百分比愈高，則小區的總生物量愈大。

3.優勢度指數和P_1呈顯著的正相關，尤其是Simpson氏優勢度指數和P_1間的相關更高達 0.972，表示由 P_1 即可窺出雜草社會中物種優勢集中的程度，此係本試驗中，最優勢種和次優勢種之百分比差很大，顯示所調查的雜草社會僅有一優勢種，由於 Simpson 氏公式（$\sum_{i=1}^{n} P_i^2$）特別强調優勢種所占份量，故P_1與Simpson氏優勢度指數相關程度很高。

4.物種分布的歪度、峰度及變異係數，彼此間均有顯著的正相關存在，亦即分布的偏歪程度愈大時，其峰度愈尖，而變異係數也愈大。且三個介量與P_1均有極顯著的正相關，可知物種的分布主要受P_1的影響。

5.$-\ell nP$對F^*配合直線迴歸所得之迴歸係數、歪度、峰度及變異係數，均與 Simpson 氏優勢度指數有極顯著的正相關存在，故此四介值亦可以用來推測物種優勢集中的情形。

6.歧異度指數與P_1、優勢度指數呈顯著的負相關，而和種數不相關。此表示歧異度愈大、則物種的分布愈均勻，優勢度指數愈小；歧異度指數表示物種分布的均勻程度，和種數多寡無關。

四、再生稻的種內競爭：

將再生稻之密度（株/m²）分爲下列五個處理等級：

1：小於11株/m²者，計有 2 個重複。

2：11～13株/m²者，計有 4 個重複。

3：14～16株/m²者，計有 7 個重複。

4：17～19株/m²者，計有 7 個重複。

5：大於19株/m²者，計有 2 個重複。

以各小區再生稻平均株重爲指標，進行完全逢機設計之變方分析。結果發現，在不同密度下，再生稻的平均株重並沒有顯著的差異。根據 Hollday[11] 研究結果：當有種內競爭發生時，植物之平均株重，隨著密度增加而減小；可推論：在本研究中，再生稻種內的競爭並不明顯。

五、再生稻及落粒稻與雜草之種間競爭：

將各小區再生稻及落粒稻之總生物量、株數、平均株重分別和雜草之種類、總生物量進行相關分析，得知雜草的總生物量與再生稻，落粒稻的總生物量均有顯著的負相關（表 7），此可證明水稻和

表7. 相 關 矩 陣

Table 7. Correlation matrix

	1	2	3	4	5	6	7	8
1.		−0.2216	−0.0001	0.1867	−0.0706	−0.2227	−0.1783	0.0038
2.			−0.5699**	−0.4975*	−0.5127*	−0.4787*	−0.3889	−0.2661
3.				0.7824**	0.8714**	0.1884	0.1268	0.2388
4.					0.4241*	−0.0295	−0.0091	0.0698
5.						0.3761	0.2650	0.3809
6.							0.9438**	0.1951
7.								−0.0597
8.								

1) no. of weed species
2) total biomass of weed
3) total biomass of ratoon rice
4) hill no. of ratoon rice
5) per hill biomass of ratoon rice
6) total biomass of shattered rice
7) hill no. of shattered rice
8) per hill biomass of shattered rice

雜草間確存有種間競爭。本研究即以再生稻和落粒稻之總生物量進行以下分析。

將同科之雜草物種之生物量合併，經開平方根轉換後，再與再生稻和落粒稻進行相關分析，結果（表 8）發現，影響再生稻和落粒稻之生物量最顯著的雜草，咸爲禾本科和茜草科。此乃水稻亦爲禾本科，而同科之物種，在演化上種源較接近，其生理與養分需求較相似，故對環境資源的競爭明顯。同時根據調查結果發現，禾本科之水稗，茜草科之珠仔草，爲再生稻田中最普遍的雜草。

表8. 再生稻、落粒稻和各科雜草間的相關

Table 8. Correlation between family of weed and rice

No.	Ratoon.	Shattered	No.	Ratoon.	Shattered
X 1	−0.5761**	−0.5167*	X 8	0.0351	−0.2009
X 2	−0.1606	−0.0690	X 9	−0.1307	−0.2707
X 3	0.1686	−0.2868	X10	0.3432	−0.0717
X 4	0.0399	−0.1282	X11	−0.2455	−0.0391
X 5	−0.2562	−0.1637	X12	−0.0933	−0.2588
X 6	−0.3670	0.2271	X13	−0.0344	−0.1811
X 7	−0.5149*	−0.5371*	Z 1		0.2305
			Z 2	0.2868	

註X 1：禾本科 (*Gramineae*) ——水稗、馬唐、芒稷、千金子、李氏禾
X 2：莎草科 (*Cyperaceae*) ——木虱草、飄佛草、水蜈蚣、球花蒿草
X 3：玄參科 (*Scrophulariaceae*) ——鋸葉定經草、心葉母草
X 4：菊科 (*Compositae*) ——昭和草、白花藿香薊、野塘蒿
X 5：蕨類 (Pteridophyta) ——水蕨、田字草
X 6：柳葉菜科 (*Onagraceae*) ——水丁香，千屈菜科 (*Lythraceae*) ——水猪母乳草
X 7：茜草科 (*Rubiaceae*) ——珠仔草
X 8：石竹科 (*Caryophyllaceae*) ——菁芳草、天蓬草，蓼科——水蓼 (*Polygonaceae*)
X 9：澤瀉科 (*Alismataceae*) ——野茨菰
X10：莧科 (*Amaranthaceae*) ——滿天星
X11：唇形科 (*Labiatae*) ——紫蘇
X12：鴨跖草科 (*Commelinaceae*) ——水竹葉
X13：旋花科 (*Convolvulaceae*) ——槭葉牽牛
Z 1：再生稻 (Ratoon rice)
Z 2：落粒稻 (Shattered rice)

禾本科與茜草科雜草間的相關並不顯著〔$r=0.3512$, ，小於$0.4227(\alpha=0.05)$〕，可知此二科雜草對再生稻、落粒稻均有競爭作用，然彼此間，並沒有交互作用的現象發生。故本研究將 Dew [6] 的公式直接擴展成含兩個自變數的複迴歸模式。

複迴歸分析的結果，得以下二迴歸式：

$$Y_1=341.300-8.633X_1-19.618X_7 \qquad (1)$$

$$Y_2=94.387-3.144X_1-9.721X_7 \qquad (2)$$

式中Y_1、Y_2 分別爲再生稻及落粒稻在小區中的總生物量，X_1、X_7爲禾本科及茜草科雜草在小區中生物量經開平方根後的值。

將配合二式所得之殘差項，經 Lilliefors test，檢定其殘差項皆符合常態分布，遂繼續進行迴歸式及迴歸係數的顯著性測驗。

二迴歸式經F test其迴歸均方均極顯著，表示可利用此二迴歸式來解釋Y_1、Y_2的變化情形。而二式中，相對於X_1與X_7的淨迴歸係數，經t-test亦均達 α=0.07的顯著水準，可進一步證明，再生稻、落粒稻與禾本科、茜草科雜草間確存有種間的競爭作用。

比較再生稻對二科雜草所做的迴歸式，相對於X_1與X_7的標準淨迴歸係數分別爲 −0.451，−0.357，表示禾本科雜草對再生稻的競爭較茜草科爲大（$|-0.451| > |-0.357|$）；而落粒稻則受茜草科的影響較禾本科大（$|-0.405| > |-0.375|$）蓋再生稻與水稗體型較接近，彼此間競爭亦較劇烈；而落粒稻普遍爲單分蘖，且較矮小，故受珠仔草的影響較大。

再比較禾本科對再生稻和落粒稻的影響，亦可由標準淨迴歸係數推得之：$|-0.451| > |-0.375|$ 表示禾本科雜草對再生稻的競爭作用較大；而茜草科雜草則對落粒稻的競爭作用較大（$|-0.357| < |-0.405|$）。

六、再生稻和落粒稻二族羣競爭壓力之比較：

關於族羣所受之競爭壓力，可由其分布型態、變異係數、歪度等分布介值[14] 表示之。玆分述如下：

1.族羣的分布：

利用 Lilliefors test進行各小區內再生稻、落粒稻二族羣株重是否呈對數常態分布或常態分布的適合度檢定；由表 9 的結果發現：該二族羣多能符合對數常態分布；而從表10的結果發現：再生稻族羣皆能符合常態分布，落粒稻則多不能符合常態分布。可知再生稻族羣的分布介於常態分布與對常態分布之間，而落粒稻族羣則介於對數常態分布與更偏歪的L型分布間；當競爭壓力愈大時，則族羣的分布愈偏歪，故可推論落粒稻所受的競爭壓力較再生稻大。

2.族羣的變異係數：

利用刀削法求再生稻及落粒稻二族羣株重的變異係數，經 t-test檢定結果（表11），落粒稻的

表9. 水稻族羣之對數常態性檢定

Table 9. Log-normality test of rice population

plot	Ratoon rice		Shattered rice	
	T_2	α	T_2	α
A 1	0.22090	0.10	0.20828	
A 2	0.19829	0.20	0.21434	0.01
A 3	0.15059	0.05	0.12054	0.01
A 4	0.09255	0.20	0.05854	0.05
A 5	0.14990	0.20	0.11670	0.20
A 6	0.18344	—	—	—
A 7	0.26230	—	—	—
A 8	0.18856	0.20	0.19743	0.10
B 1	0.11979	0.20	0.10496	0.20
B 2	0.22746	0.01	0.06664	0.01
B 3	0.09605	0.20	0.04592	0.20
B 4	0.09972	0.20	0.03396	0.20
C 1	0.15699	0.20	0.07868	0.20
C 2	0.30841		0.09688	0.20
C 3	0.13501	0.15	0.07651	0.20
D 1	0.19176	0.05	0.11584	0.20
D 2	0.12425	0.20	0.10441	0.20
D 3	0.13674	0.20	0.17220	0.05
D 4	0.12466	0.20	0.11407	0.15
E 1	0.14843	0.20	0.22638	0.20
E 2	0.15715	0.20	0.13624	0.20
E 3	0.16023	0.20	0.27730	0.20

T_2: max. dif. between F* and S
α: Lilliefors acceptable level
−: missing plot

表10. 水稻族羣之常態性檢定

Table 10. Normality test of rice population

Plot	Ratoon rice		Shattered rice	
	T_2	α	T_2	α
A 1	0.22948	0.10	0.14383	0.20
A 2	0.19455	0.20	0.33520	<0.01
A 3	0.14250	0.15	0.09796	0.20
A 4	0.10980	0.20	0.15028	<0.01
A 5	0.18224	0.20	0.16440	<0.01
A 6	0.24041	0.20	—	—
A 7	0.23476	0.01	—	—
A 8	0.25164	0.10	0.34246	<0.01
B 1	0.15339	0.20	0.14036	<0.01
B 2	0.16198	0.20	0.18778	<0.01
B 3	0.16251	0.20	0.14062	<0.01
B 4	0.09916	0.20	0.20097	<0.01
C 1	0.11280	0.20	0.17356	<0.01
C 2	0.15246	0.20	0.13070	<0.01
C 3	0.10471	0.20	0.18062	<0.01
D 1	0.16147	0.20	0.14680	<0.01
D 2	0.18199	0.05	0.21708	<0.01
D 3	0.19535	0.05	0.13982	0.20
D 4	0.13527	0.20	0.17627	<0.01
E 1	0.11431	0.20	0.12035	0.20
E 2	0.17726	0.10	0.17280	<0.01
E 3	0.12300	0.20	0.31200	<0.01

T_2: max. Dif. between F* and S
α: Lilliefors acceptable level
-: missing plot

表11. 再生稻與落粒稻二族羣間變異係數的比數

Table 11. Comparison of coefficient of variation between ratoon rice and shattered rice population

plot	C. V.(R)	SE(R)	C. V.(S)	SE(S)	t(R-S)
A 1	66.097**	17.168	25.624**	5.055	2.261*
A 2	73.833**	20.729	52.534**	6.234	0.984
A 3	77.378**	10.160	45.567**	4.464	2.876**
A 4	56.804**	10.934	54.705**	3.640	0.182
A 5	38.212**	6.063	58.407**	7.300	−2.128*
A 6	47.929**	15.429	—	—	—
A 7	56.544**	8.755	—	—	—
A 8	51.373**	11.950	107.168**	14.630	−2.954**
B 1	65.146**	15.597	66.520**	7.420	0.080
B 2	30.823**	10.079	98.722**	9.005	−5.024**
B 3	48.634**	7.849	73.076**	4.179	−5.749**
B 4	54.558**	10.090	101.847**	19.378	−2.165**
C 1	42.136**	7.531	78.223**	4.660	−4.098**
C 2	56.501**	10.145	2204.197*	1024.208	−2.097*
C 3	28.198**	5.216	98.712**	5.225	−2.594*
D 1	30.547**	6.700	75.361**	17.417	−2.401*
D 2	33.020**	8.352	48.431**	7.834	−2.398*
D 3	33.857**	7.416	48.431**	7.834	−1.351
D 4	29.127**	7.397	53.931**	7.418	−2.368*
E 1	37.754**	9.359	23.856*	8.148	1.120
E 2	34.049**	4.771	70.146**	9.825	−3.305**
E 3	40.020**	7.792	88.340**	31.041	−1.510

C. V.(R): the jackknife estimate of C. V. of ratoon rice popn.
C. V.(S): the jackknife estimate of C. V. of shattered rice popn.
SE(R): the standard error of C. V.(R)
SE(S): the standard error of C. V.(S)
t(R-S): the estimated t-value to test the significance between C. V.(R) and C. V.(S)
-: missing plot

變異係數多大於再生稻之變異係數，且均有顯著的差異，根據前人理論[12]：族羣的變異係數隨競爭壓力的增大而增大。可證明在同一環境下；落粒稻所承受的競爭壓力較再生稻大。

3.族羣的歪度：

利用刀削法估算再生稻和落粒稻二族羣株重之歪度，並比較其大小；由表12的結果發現：再生

表12. 再生稻與落粒稻二族羣歪度的比較

Table 12. Comparison of skewness coefficient between ratoon rice and shattered rice population

plot	g(R)	SE(R)	g(S)	SE(S)	t(R-S)
A 1	−0.188	0.622	−0.457	−0.499	0.337
A 2	0.100	0.699	0.532	1.029	−0.346
A 3	0.779*	0.365	0.161	0.262	1.375
A 4	1.286	0.766	1.690**	0.314	−0.488
A 5	0.201	0.528	0.932*	0.409	−1.095
A 6	0.101	1.162	—	—	—
A 7	1.371*	0.585	—	—	—
A 8	0.237	0.780	1.562	1.179	−0.937
B 1	1.095	0.883	1.340**	0.350	−0.258
B 2	−1.895	1.100	2.649**	0.489	−3.769**
B 3	0.352	0.504	−69.224**	4.220	16.371**
B 4	0.197	0.377	3.429**	1.453	−2.153*
C 1	−0.132	0.425	1.328**	0.208	−3.086**
C 2	0.180	0.412	−3270.876**	583.456	5.606**
C 3	−0.271	0.491	−26.580**	0.390	41.957**
D 1	−0.257	0.525	3.833*	1.872	−2.104*
D 2	−1.367*	0.591	1.476*	0.554	−3.510**
D 3	−0.736	0.480	1.240	0.712	−2.301*
D 4	−0.866	0.955	1.651**	0.497	−2.338*
E 1	−0.796	0.690	−0.718	1.029	−0.008
E 2	−0.049	0.399	0.796	0.459	−1.389*
E 3	−0.412	0.337	2.806*	0.659	−4.348**

g(R): the jackknife estimate of skewness coef. of ratoon rice popn.
g(S): the jackknife estimate of skewness coef. of shattered rice popn.
SE(R): the standard error of g(R)
SE(S): the standard error of g(S)
t(R-S): the estimated t-value to test the significance between g(R) and g(S)
–: missing plot

稻之歪度與零多無顯著差異，而落粒稻則與零多有顯著差異，此結果與再生稻多符合 Lilliefors 常態性檢定，而落粒稻則否之結果一致；由落粒稻族羣的歪度多大於再生稻之歪度，推論其所受的競爭壓力較大，此亦與1、2項之結論一致。

討　論

一、雜草社會中物種生物量的分布：

本研究應用 Lilliefors 氏之常態性適合度檢定法，及直線迴歸所求得之決定係數，檢定物種生物量之分布呈對數常態分布，此與Oka & Liu [18] 所獲得之結果相同；作者更將樣品變值經不同 λ 值之Box-Cox冪轉換，分別進行 Lilliefors test，取符合常態性λ值，形成$-\lambda$區間，發現22個小區所得之 λ 區間，其交集為—0.027～0.010，故進一步證明，本研究所調查田區之雜草社會，雖然包含了再生稻，落粒稻二不逢機發生的族羣，物種生物量的分布仍趨近於為對數常態分布。此種結果暗示調節物種族羣消長的各種力量係以乘積性的方式來構築羣落 [18] 。

二、Simpson氏及Shannon氏所提優勢度及歧異度指數的比較：

Simpson氏以機率的觀點提出以各物種在社會中所占百分比之平方和為優勢度指數，加重了優勢種在優勢度指數中所占的比例；而 Shannon氏則由訊息理論（Information theory）推衍出歧異度指數為$-\sum_{i=1}^{n}P_i\ln P_i$，此指數主要受中間種（介於優勢種和稀有種之間）的影響 [20] 。

本研究估算物種優勢度之目的，是為了瞭解雜草社會中優勢種優勢集中的程度，故以Simpson氏之優勢度指數較Shannon氏為佳。而從調查的資料顯示，最優勢種(P_1)和次勢種在社會中所占百分比之差很大，形成一絕對優勢種，故從表 6 中P_1與Simpson氏優勢度指數之相關係數，可證明Simpson氏之優勢度指數較Shannon氏好。

Simpson氏歧異度指數係以 1 減去優勢度指數，反而强調稀有種，此與歧異度指數為描述個體在不同種間分布均勻的程度之目的不一致，故作者認為以Shannon氏所提之歧異度指數較好。

二氏所提之公式皆以個體為單位，而本研究則以重量為單位，此可以避免因物種個體差異太大，而使優勢度及歧異度指數無法對生物社會做正確描述的缺點；且亦可據此來說明生物社會中，各物種對環境資源的分配情形。

三、用雜草的生物量估算複迴歸式的缺點：

本研究根據 Dew [6] ：以直線迴歸式解釋作物產量受雜草密度影響的程度，將再生稻和落粒稻之生物量分別與禾本科和茜草科雜草之生物量配合複迴歸模式，且以標準淨迴歸係數的大小解釋各科雜草對水稻族羣的競爭程度。

Dew 等人 [16,7,19] 所分析的資料，作物產量與經轉換後的雜草密度，相關係數皆大於—0.95 ，而本研究中作物生物量和各科雜草生物量（經轉換後）的相關係數僅介於—0.5167～—0.5761之間，是否可據此推論：影響作物生物量者，係為雜草密度而非生物量，則有待進一步的試驗證明。

比較標準淨迴歸係數，則落粒稻受茜草科雜草的影響較禾本科為大，然禾本科雜草在小區中之生物量遠較茜草科為大，使得小區中禾本科雜草對落粒稻所形成的競爭壓力較茜草科為大。故由標準淨迴歸係數，僅能比較物種間單位生物量競爭的程度，而無法說明作物所承受競爭壓力的來源。又農藝的目標，係為了找出眞正影響再生稻產量的雜草，並根據產量的要求，決定雜草防除的程度。本研究以雜草之生物量為自變數，而未調查雜草的密度，故無法有效地應用於雜草防除的課題。

四、再生稻與落粒稻的生理比較：

再生稻係由前作所遺留的稻椿中長出，在空間的分布上較其它物種佔優勢，且其根羣深入土層，受乾旱的限制較小，故在發芽初期即較其它雜草物種有較大的優勢和活性。根據本試驗調查結果，雜草社會中的最優勢種多為再生稻。如落粒稻從落粒、發芽、生長到成熟均受空間、水分、養分及其它雜草嚴重的影響，故在同一環境下，落粒稻所承受的競爭壓力較再生稻大；此可由再生稻皆為多分蘗，而落粒稻為單分蘗的現象窺見之。

在一沒有競爭壓力的環境下，同一族羣各個個體都會盡其潛力發揮最大的生產力，此時族羣的分布呈鐘罩形（bell-shape），變異係數不大，歪度亦不顯著；反之，若在競爭壓力下，物種的分布呈

L型，變異係數變大，有明顯的歪度[15,24]。本研究分別調查再生稻和落粒稻二族羣的分布，並估算其變異係數和歪度，得知落粒稻之分布較再生稻偏歪，且變異係數、歪度皆大於再生稻，故可用族羣的分布、變異係數，歪度來推測族羣所承受競爭壓力的大小。

五、本研究採用常態性顯著性測驗法、Lilliefors test及刀削法等統計方法之原因：

1.常態性顯著性測驗法：

進行測驗的族羣需符合常態分布，然本研究所提及之估值皆由樣品估出，根據大數法則，當樣品愈大時，則樣品平均愈趨近於常態分布，故可進行常態性之顯著性測驗。

2.Lilliefors test:

常態性檢定的方法很多，可是在小樣品的場合，以無介量之Lilliefor氏檢定法較準確[5]。

3.刀削法：

當樣品的分布不成常態分布時，則無法得歪度、峰度、變異係數等族羣分布介量的標準機差[9]，刀削法[25]可估算出無偏的分布介值及其標準機差，如果此樣品分布爲連續，則刀削估值的取樣機差接近常態[2]，故可用t-test來比較不同樣品所估算出分布介值的差異是否顯著。

參考文獻

1. 鄔宏潘 1984 植物間的相互作用對植物生長的影響 科學發展月刊第十二卷第十期 pag. 773, 790.
2. Arvesen, J. N. 1969. Jakknifing U-statistics. Annals of Mathematical Statistics. 40 : 2076-2100.
3. Box, G. E. P. and D. R. Cox. 1964. An analysis of transfomations. J. R. S. S. Ser. B. 26 : 211-252.
4. Clements, F. E. 1928. Plant Succession an d Indicators. H. W. Wilson Company. New York.
5. Conover, W. J. 1971. Pratical Non-parametric Statistics. Wiley. New York. 462 pp.
6. Dew, D. A. 1972. An Index of competition for estimating crop loss of due to weeds. Can. J. Plant Sci. 52 : 921-927.
7. Dew, D. A. andC. H. Keys. 1976. An index of Competition for estimating loss of rape due to wild oats. Can. J. Plant Sci. 56 : 1005-1006.
8. Dimbleby, G. W. 1963. Competition among crop and pasture plants. Adv. Agron. 15 : 1-118.
9. Fisher, R. A. 1973. Statistical Methods for Research Workers. 14th ed. Hafner. New York.
10. Harper, J. L. 1969. The role of predation in vegetation diversity. Bockhaven Sym. Biol. 22 : 48-62.
11. Holliday, R. 1960. Plant population and crop yield. Nature. 186 : 22-24.
12. Kira, T. K., H. Ogawa, and N. Sakazaki, 1953. Interspecific competition among higher plants. I: Competition-yield-density interrelationship in regularly dispersed population. J. Inst. Polytechnics. Osaka City Univ. Ser. D. 7 : 73-94.
13. Margalef, R. 1968. Perspectives in Ecological Theory. Univ. of Chicago Press. Chicago. 112 pp.
14. McGilchrist, C. A. 1965. Analysis of competition experiments. Biometrics. 21 : 975-985.
15. Mead, R. 1967. A mathematical model for the estimation of interplant competition. Biometrics. 23 : 189-205.
16. Milthorpe, F. L. 1961. Mechanisms in biological competition. Soc. Exptl. Biol. Symp. 15 : 365.
17. Odum, E. P. 1971. Fundamentals of Ecology. 2nd ed. W. B. Saunders Co. Philadelphia, Pa. 546 pp.
18. Oka, H. I. and C. Liu. 1984. The lognormal distribution of species in weed communities. Proceedings of National Science Council. R. O. C. Part B: Life Science. 8(1) : 19-25.
19. O'Sullivan, P. A., V. C. Kossatz, G. M. Weiss, and D. A. Dew. 1982 An approach to estimating yield loss of barley dew to Canada thistle. Can. J. Plant Sci. 62 : 725-731.
20. Poole, R. W. 1974. An Introduction to Quantitative Ecology. McGraw-Hill Inc. Kogakusha, Ltd.
21. Shannon, C. E. and W. Wiener. 1949. The Mathematical Theory of Communication. Univ. of Illinois Press. Urbana.

22. Shelford, V. E. 1913. Animal Communities in Temperate America. Univ. of Chicago Press. Chicago.
23. Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. Nature. 163 : 588.
24. Stewart, S. H., R. B. Bendel, and R. N. Mack. 1984. Assessing competition among skewed distribution of plant biomass: An application of the jackknife. Biometrics. 40 : 131-137.
25. Tukey, J. W. and F. Mosteller. 1968. Data analysis, including statistics. In the Handbook of Social Psychology. Vol. 1, (2nd ed., Lindzey G. and E. Aronson eds.) 130-160. Reading, Massachusetts, Addison-Wesley.
26. Whittaker, R. H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. Science. 147 : 250-260.
27. Whittaker, R. H. 1975. Communities and Ecosystems. 2nd ed. MacMillan. New York. 385 pp.
28. Willey, R. W. and S. B. Heath. 1969. The quantitative relationships between plant population and crop yield. Adv. Agron. 21 : 281-321.

The Sequential Distribution of Species in Weed Communities and the Competition between Ratoon Rice and Weeds[1]

D. C. Shiou[2] and H. P. Wu[3]

Summary

The aims of this research were to investigate the sequential distribution of species in weed community, and to estimate the degree of competition among different major weed species with rice population. Results of this research were summarized as follows:

1. A survey of weed community developed from the abandoned rice field has demonstrated that the sequential distribution of weed species was exclusively lognormal and approximately geometric series. This suggested that weed species constructing community acted as multiplicative manner.

2. Since most of the diversity indexes of weed species derived from Shannon's equation were less than 0.6, the abandoned rice field, defined as weed community, was still in unstable stage.

3. Tests of skewness, kurtosis and C. V. of weed species all showed significantly positive correlation with Simpson's and Shannon's dominance index . These statistic results could also be used to express the degree of concentration of species dominance.

4. In the ratoon rice field, families of Gramineae and Rubiaceae were the two major weeds based on correlation analysis. Moreover, the Gramineae and Rubiaceae families showed more competitive effect respectively on ratoon rice population and shattered rice population according to the analysis of multiple regression.

5. The competition stress of the shattered rice was bigger than the ratoon based on three results: a) the shape of the distribution of shattered rice was skewer, b) the C. V. value of shattered rice was larger, and C) the skewness of shattered rice was drastically bigger than the ratoon rice.

---

1. Contribution No. 1335 from Taiwan Agricultural Research Institute. Part of thesis presented by the senior author in partial fulfillment of the M. S. requirements at Research Institute of Agronomy, National Taiwan University.
2. Assistant Statistician, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.
3. Research Fellow, Institute of Botany, Academia Sinica, Taipei.